

Rec'd PCT/PTO

28 DEC 2004



REC'D 15 MAY 2003

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 29 334.1

Anmeldetag: 29. Juni 2002

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Kalibrierung
von Sensoren im Kraftfahrzeug

IPC: G 01 D, G 01 M, G 01 C

BEST AVAILABLE COPY

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 29. April 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hiebinger

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

28.06.02 Fr/Da.

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Verfahren und Vorrichtung zur Kalibrierung von Sensoren im Kraftfahrzeug

Stand der Technik

In Kraftfahrzeugen ist an den Einsatz einer Vielzahl an Sensoren zur Erfassung des Fahrzeugumfeldes gedacht. Dabei ist vorzugsweise der Einsatz von Bildsensordsystemen, Infrarotsensoren, Ultraschallsensoren und Radarsensoren geplant. Beispielsweise werden Radarsensoren zur Erfassung des Fahrzeugumfeldes in Fahrtrichtung verwendet. Damit ist eine Geschwindigkeitsregelung des Kraftfahrzeugs möglich, bei der die Fahrgeschwindigkeit an langsamer fahrende Fahrzeuge angepasst wird, wenn diese vom Radarsensor im Kursbereich des Kraftfahrzeugs erfasst werden.

Für eine einwandfreie Funktion der Sensoren ist deren Ausrichtung in bezug auf das Kraftfahrzeug und das Fahrzeugumfeld notwendig. Die Sensoren werden dazu nach dem Einbau in das Kraftfahrzeug in einer laborähnlichen Umgebung kalibriert. Beispielsweise ist aus der deutschen Patentschrift DE 197 07 590 C2 ein Verfahren zur Ausrichtung der Strahlcharakteristik eines Radarsensors bekannt. Zur Kalibrierung wird ein Kalibrierobjekt verwendet, das Bezugmerkmale zur Ermittlung der Kalibrierdaten aufweist. Hinweise auf die Kalibrierung weiterer Sensoren fehlen hier.

Vorteile der Erfindung

Das nachfolgend beschriebene Verfahren hat den Vorteil, dass durch die Verwendung eines gemeinsamen Kalibrierobjektes für verschiedene Sensortypen die Sensoren an einem Koordinatensystem ausgerichtet werden. Damit können die Daten der so kalibrierten Sensoren

gemeinsam verwendet werden, ohne dass es zu Abweichungen der Messungen kommt. Insbesondere ist dies bei Verwendung eines Radarsensors und eines Bildsensorsystems vorteilhaft. Beispielsweise können die Daten, die ein Radarsensor über ein vorausfahrendes Kraftfahrzeug ermittelt, mit den Daten des Bildsensorsystems kombiniert werden, das dasselbe Fahrzeug als Bildobjekt identifiziert hat. Dies kann zur redundanten, fehlerreduzierenden Auswertung der Daten der beiden Sensoren benutzt werden.

In vorteilhafter Weise verringert sich durch das vorgeschlagene Verfahren und die Vorrichtung der Zeit- und Arbeitsaufwand zur Kalibrierung von Sensoren, die sich beispielsweise in einem Kraftfahrzeug befinden. Vorzugsweise kann während der Produktion oder bei einem Werkstattaufenthalt eines Kraftfahrzeuges nach der Montage eines Radarsensors und eines Bildsensorsystems die Kalibrierung in einem Arbeitsschritt durchgeführt werden. Durch Verwendung eines einzigen Kalibrierobjektes kann in vorteilhafter Weise die Bestimmung der Kalibrierdaten der beiden Sensoren zeitgleich erfolgen, d.h. die Ermittlung der Kalibrierdaten erfolgt in engem zeitlichen Zusammenhang in einem Arbeitsschritt. Dies führt zu einer Verminderung des Zeitaufwandes bei der Kalibrierung von Sensoren bei der Produktion oder der Reparatur eines Kraftfahrzeuges. Damit ist eine Verminderung der Produktions- oder Reparaturkosten verbunden.

In vorteilhafter Weise werden die Kalibrierdaten vorzugsweise durch nachfolgende Systeme weiterverwendet. Die Kalibrierdaten können gespeichert und/oder ausgewertet und/oder angezeigt und/oder übertragen und/oder weiterverarbeitet werden. Weiterhin können die Sensoren die Kalibrierdaten in vorteilhafter Weise selbst weiterverwenden. Beispielsweise können bei einem Radarsensor die Kalibrierdaten zur Korrektur der Abweichung der Sensorachse gegenüber der Richtung der Fahrzeuglängsachse eingesetzt werden. Bei einem Bildsensorsystem können die Kalibrierdaten zur automatischen Korrektur der Bilddaten verwendet werden. Als Kalibrierdaten werden dabei die extrinsischen Parameter, vorzugsweise die geometrische Einbauposition und/oder die Richtung der Sensorachse, und/oder intrinsische Parameter, vorzugsweise der Kamerahauptpunkt und/oder die Kamerakonstante und/oder die Verzeichnung, ermittelt.

In besonders vorteilhafter Weise kann zur Kalibrierung eines Sensors wenigstens ein weiterer Sensor als Referenz verwendet werden. Die Kalibrierdaten des Sensors werden aus den Daten des erfassten Kalibrierobjektes und zusätzlich aus den Messdaten wenigstens eines weiteren

Sensors gebildet, wobei dieser Referenzsensor das selbe Kalibrierobjekt verwendet. Bei einem Kraftfahrzeug mit Radarsensor und Bildsensormesssystem können beispielsweise die Daten des Bildsensormesssystems als Referenz für die Bestimmung der Kalibrierdaten des Radarsensors verwendet werden. In besonders vorteilhafter Weise können beispielsweise bei einer Reparatur des Radarsensors, wobei eine Nachkalibrierung erforderlich ist, die Kalibrierdaten des Radarsensors aus den Messdaten des Bildsensormesssystems und den Daten des durch den Radarsensor erfassten Kalibrierobjektes gebildet werden. Dies führt in vorteilhafter Weise zu einer Erhöhung der Messgenauigkeit des Radarsensors.

Besonders vorteilhaft ist die Verwendung eines einzigen Kalibrierobjektes, das für die wenigstens zwei Sensoren für jeden Sensor wenigstens ein Bezugsmerkmal aufweist, wobei die wenigstens zwei Sensoren von unterschiedlichem Sensortyp sind. Durch die Zusammenfassung der Bezugsmerkmale zu einem Kalibrierobjekt zur Kalibrierung von wenigstens zwei Sensoren von unterschiedlichem Sensortyp wird die Kalibrierung beispielsweise in der Fertigung eines Kraftfahrzeuges wesentlich erleichtert, weil das Kraftfahrzeug nur noch zu einem Kalibrierobjekt ausgerichtet werden muss.

Daneben bietet die Zusammenfassung der Bezugsmerkmale zu einem Kalibrierobjekt den Vorteil, dass das Kalibrierobjekt so gestaltet sein kann, dass die räumliche Lage der Bezugsmerkmale zueinander bekannt ist. Dies bildet in vorteilhafter Weise die Grundlage zur Verwendung von Messdaten eines Sensors als Referenz für einen anderen Sensor.

In vorteilhafter Weise wird als Bezugsmerkmal für den Radarsensor ein Triple-Spiegel verwendet. Triple-Spiegel zeichnen sich durch drei zueinander senkrechten Reflexionsflächen aus, die eine parallele Rückstrahlung des einfallenden Radarstrahles ermöglichen, wobei der Radarstrahl in einem weiten Winkelbereich bezogen auf die Reflexionsflächen parallel zum einfallendem Strahl reflektiert wird.

In einer Variante des Kalibrierobjektes sind Eichmarken am Triple-Spiegel angebracht. Dies ermöglicht in vorteilhafter Weise die Verwendung des Triple-Spiegels als Bezugsmerkmal für den Radarsensor und das Bildsensormesssystem. Durch die Verwendung dieser Vorrichtung werden keine weiteren Bezugsmerkmale für das Bildsensormesssystem benötigt. Darüber hinaus ist durch diese Anordnung die räumliche Lage der Bezugsmerkmale für den Radarsensor und das

Bildsensordsystem bekannt. Damit kann sowohl der Radarsensor für das Bildsensordsystem als auch das Bildsensordsystem für den Radarsensor als Referenz verwendet werden.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Figuren und aus den abhängigen Patentansprüchen.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert.

Es zeigen:

- Figur 1 eine Übersichtzeichnung der Vorrichtung zur Kalibrierung von Sensoren im Kraftfahrzeug, anhand derer auch das Verfahren beschrieben ist,
- Figur 2 ein Flussdiagramm des Verfahrens zur Kalibrierung von Sensoren,
- Figur 3 ein Blockdiagramm der Vorrichtung zur Kalibrierung von Sensoren.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Figur 1 zeigt in einer Übersichtzeichnung ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel zur Kalibrierung von Sensoren 14, 16. Am und/oder in einem Kraftfahrzeug 12 befindet sich jeweils ein Radarsensor 14, der vorzugsweise an der Stoßstange angebracht ist, und ein Bildsensordsystem 16, das sich vorzugsweise im Fahrzeuginneren befindet. Beide Sensoren 14, 16 haben einen Erfassungsbereich 15, 17, der jeweils in Richtung der Fahrzeuglängsachse 11 in Fahrtrichtung des Kraftfahrzeuges 12 ausgerichtet ist. Die Richtung der Erfassungsbereiche 15, 17 wird im bevorzugten Ausführungsbeispiel durch die Sensorachsen festgelegt. Beim Radarsensor 14 legt die Richtung der maximalen Empfindlichkeit des Radarsensors 14 die Sensorachse fest, während beim Bildsensordsystem 16 die optische Achse die Sensorachse ist. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel überlappt sich der Erfassungsbereich 15 des Radarsensors 14 mit dem Erfassungsbereich 17 des Bildsensordsystems 16. Das Bildsensordsystem 16 besteht im bevorzugten Ausführungsbeispiel aus einem Bildsensor, der beispielsweise in CMOS- oder CCD-Technik ausgeführt ist. Das Kraftfahrzeug 12 ist vor einem Kalibrierobjekt 10 so ausgerichtet, dass der Radarsensor 14 und das Bildsensordsystem 16 die Bezugmerkmale 18, 20

auf dem Kalibrierobjekt 10 erfassen. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel genügt es dabei, dass der Radarsensor 14 das Bezugmerkmal 18 und das Bildsensordsystem 16 das Bezugmerkmal 20 erfasst. Das Kalibrierobjekt 10 ist dabei eine flächige oder räumliche Anordnung von Bezugmerkmalen 18, 20, die durch eine mechanische Halterung verbunden sind. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die beiden Bezugmerkmale 18, 20 an einer ebenen Wand befestigt, die als Halterung dient. Die Bezugmerkmale 18, 20 sind so gestaltet, dass sie jeweils von dem Radarsensor 14 und dem Bildsensordsystem 16 erfassbar sind. Das Bezugmerkmal 18, das durch den Radarsensor 14 detektiert wird, besitzt charakteristische Eigenschaften. Der Radarsensor 14 ist im bevorzugten Ausführungsbeispiel ein Radarempfänger, der mit einem Sender für Radarstrahlung kombiniert ist. Das Bezugmerkmal 18 muss so beschaffen sein, dass es den einfallenden Radarstrahl zum Radarsensor 14 hin zurückreflektiert. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel handelt es sich um einen Triple-Spiegel. Das Bezugmerkmal 20, das durch das Bildsensordsystem 16 detektiert wird, weist ebenfalls besondere Eigenschaften auf. Vorzugsweise hat das Bezugmerkmal 20 einen großen Kontrast und/oder eine reflektierende Oberfläche und/oder es weist eine besondere Form auf, wie beispielsweise eine Kreis- oder Quadratform. Zur Kalibrierung des Bildsensordsystems 16 sind ein bis beliebig viele Bezugmerkmale 20 notwendig, wobei bevorzugt zwischen zehn und 50 Bezugmerkmale 20 verwendet werden. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel werden beispielsweise 40 Bezugmerkmale 20 zur Ermittlung der Kalibrierdaten des Bildsensordsystems 16 eingesetzt, wobei deren räumliche Lage bekannt ist. Dies ermöglicht die redundante Bestimmung der Kalibrierdaten für das Bildsensordsystem 16.

Figur 2 zeigt ein Flussdiagramm des Verfahrens zur Kalibrierung von Sensoren 14, 16. Im Block 22 wird die Ausrichtung der Sensoren 14, 16 in bezug auf das Kalibrierobjekt 10 vorgenommen. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel geschieht dies durch Ausrichtung des Kraftfahrzeuges 12, an dem sich der Radarsensor 14 und das Bildsensordsystem 16 befinden, in bezug auf das Kalibrierobjekt 10. Alternativ ist es möglich, das Kalibrierobjekt 10 in bezug auf das Kraftfahrzeug 12 auszurichten. Im Block 24 wird die Erfassung der Bezugmerkmale 18, 20 des Kalibrierobjektes 10 durch die Sensoren 14, 16 durchgeführt. Block 26 dient zur Ermittlung der Kalibrierdaten für den Radarsensor 14 und das Bildsensordsystem 16 aus den ermittelten Daten des erfassten Kalibrierobjektes 10. Die Ermittlung der Kalibrierdaten erfolgt damit zeitgleich, d.h. die Ermittlung der Kalibrierdaten erfolgt in engem zeitlichen Zusammenhang in einem Arbeitsschritt. Als Kalibrierdaten werden beim Radarsensor 14 vorzugsweise die Richtung der Sensorachse in bezug auf die Fahrzeuglängsachse 11 und/oder die Intensität des

Radarstrahles ermittelt. Zur Ermittlung der Kalibrierdaten wird bei dem Bildsensordsystem 16 das bekannte Bezugsmerkmal 20 als Bild im Block 24 aufgezeichnet und im anschließenden Block 26 in einer Ausgleichsrechnung die einzelnen Parameter der Kalibrierdaten berechnet. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel werden bei einem einzelnen Bildsensordsystem 16 als

5 Kalibrierdaten extrinsische Parameter, vorzugsweise die geometrische Einbauposition und/oder die Richtung der Sensorachse, und/oder intrinsische Parameter, vorzugsweise der Kamerahauptpunkt und/oder die Kamerakonstante und/oder die Verzeichnung, bestimmt. Im Block 28 findet die Weiterverarbeitung der ermittelten Kalibrierdaten statt. Dabei können die Kalibrierdaten vorzugsweise durch wenigstens ein nachfolgendes System 34 gespeichert

10 und/oder ausgewertet und/oder angezeigt und/oder übertragen und/oder weiterverarbeitet werden. Daneben werden die Kalibrierdaten in den beteiligten Sensoren 14, 16 direkt zur Kalibrierung weiter verwendet. Die Kalibrierdaten können dabei verarbeitet und/oder gespeichert werden. Das Bildsensordsystem 16 verwendet im bevorzugten Ausführungsbeispiel die Kalibrierdaten zur automatischen Korrektur der Bilder im Betrieb des Bildsensordsystems 16.

15 Der Radarsensor 14 nutzt im bevorzugten Ausführungsbeispiel die Kalibrierdaten zur automatischen Korrektur der Abweichung der Sensorachse gegenüber der Richtung der Fahrzeuglängsachse 11. Alternativ ist es möglich die ermittelten Kalibrierdaten anzuzeigen und damit beispielsweise einem Kraftfahrzeugmechaniker die Verwendung der Kalibrierdaten zur mechanischen Verstellung des Radarsensors 14 zu ermöglichen. Diese Vorgehensweise ist

20 während der Fertigung oder der Reparatur eines Kraftfahrzeuges 12 denkbar.

Figur 3 zeigt ein Blockdiagramm der Vorrichtung zur Kalibrierung von Sensoren 14, 16. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel erfasst ein Radarsensor 14 und ein Bildsensordsystem 16 ein Kalibrierobjekt 10. In zwei Auswerteeinheiten 30, 32 findet die Ermittlung der Kalibrierdaten für die zwei Sensoren 14, 16 statt. In einem nachfolgenden System 34 werden die

25 Kalibrierdaten weiterverwendet.

Das vorstehend beschriebene Verfahren und die Vorrichtung zur Kalibrierung von Sensoren 14, 16 sind nicht beschränkt auf Radarsensoren 14 und Bildsensordsysteme 16 in Kraftfahrzeugen

30 12. Vielmehr können Sensoren 14, 16 in Anordnungen außerhalb des Kraftfahrzeuges 12 kalibriert werden, wobei die Sensoren 14, 16 durch einen räumlichen Erfassungsbereich 15, 17 gekennzeichnet sind und bevorzugt eine Sensorachse aufweisen. Insbesondere kann das beschriebene Verfahren und die Vorrichtung bei Radarsensoren 14 und/oder

Bildsensordsystemen 16 und/oder Lichtsensoren und/oder Ultraschallsensoren und/oder LIDAR-

Sensoren verwendet werden. Gleichzeitig ist das Verfahren auch bei mehr als zwei Sensoren 14, 16 durchführbar. Bei mehr als zwei Sensoren 14, 16 können auch Sensoren 14, 16 des selben Sensortyps vorliegen, die dieselben Bezugsmerkmale 18, 20 nutzen. Zwei mögliche Anordnungen sind beispielsweise wenigstens ein Radarsensor 14 mit wenigstens zwei Bildsensordaten 16 oder wenigstens zwei Radarsensoren 14 mit wenigstens einem Bildsensordaten 16, wobei die Sensoren 14, 16 vorzugsweise in einem Kraftfahrzeug 12 angeordnet sind. Bei Verwendung von wenigstens zwei Bildsensordaten 16 werden zusätzliche Kalibrierdaten ermittelt, welche die räumliche Position und/oder die Ausrichtung der Sensorachsen der Bildsensordaten 16 zueinander beinhalten.

Die Ausrichtung der Erfassungsbereiche 15, 17 der Sensoren 14, 16 ist beliebig. Zum einen können die Erfassungsbereiche 15, 17, wie im bevorzugten Ausführungsbeispiel, die Fahrzeugumgebung umfassen. Eine Ausrichtung der Erfassungsbereiche 15, 17 in das Fahrzeuginnere ist ebenfalls denkbar. Dabei ist eine beliebige gegenseitige Ausrichtung der Erfassungsbereiche 15, 17 der Sensoren 14, 16 möglich. Insbesondere ist die gleiche oder entgegengerichtete Ausrichtung der Erfassungsbereiche 15, 17 denkbar. Die Sensoren 14, 16 können sowohl innerhalb des Kraftfahrzeuges 12, als auch außerhalb angeordnet sein. Beispielsweise ist eine Befestigung der Sensoren 14, 16 im Fahrzeuginnenraum und/oder an der Stoßstange und/oder im Kofferraum und/oder im Motorraum möglich. Voraussetzung zur Verwendung der Vorrichtung und des Verfahrens ist lediglich, dass das Kalibrierobjekt 10 durch die räumliche Anordnung der Bezugsmerkmale 18, 20 an die Einbauposition und die Ausrichtung der Erfassungsbereiche 15, 17 der Sensoren 14, 16 angepasst ist.

Eine Überlappung der Erfassungsbereiche 15, 17 der Sensoren 14, 16 ist keine notwendige Voraussetzung zur Durchführung des Verfahrens. Bei Erfassungsbereichen 15, 17 von Sensoren 14, 16, die sich nicht überlappen, muss lediglich das Kalibrierobjekt 10 so gestaltet sein, dass eine Erfassung der notwendigen Bezugsmerkmale 18, 20 für jeden einzelnen Sensor 14, 16 in einem Arbeitsschritt möglich ist. Eine Erfassung des gesamten Kalibrierobjektes 10 mit allen Bezugsmerkmalen 18, 20 durch jeden Sensor 14, 16 ist nicht notwendig.

Das Verfahren ist auch möglich bei bewegten Sensoren 14, 16 und/oder bei bewegtem Kalibrierobjekt 10. Beispielsweise ist im bevorzugten Ausführungsbeispiel die Vorrichtung bei bewegtem Kraftfahrzeug 12 nutzbar.

In einer Variante des beschriebenen Verfahrens wird ein Sensor 14, 16 als Referenz für einen anderen Sensor 14, 16 verwendet. Beispielsweise können die Kalibrierdaten des Radarsensors 14 aus den Messdaten des bereits kalibrierten Bildsensorsystems 16, als Referenz, und den Daten des durch den Radarsensor 14 erfassten Kalibrierobjektes 10 gebildet werden. Dabei kann
5 die Bestimmung der räumlichen Lage des Bezugmerkmals 18, das zur Ermittlung der Kalibrierdaten des Radarsensors 14 notwendige ist, durch das Bildsensordaten 16 durchgeführt werden. Die Bestimmung der räumlichen Lage des Bezugmerkmals 18 erfolgt indirekt über die Auswertung des Bezugmerkmals 20 mittels der bekannte räumlichen Anordnung der Bezugmerkmale 18, 20 zueinander.

10 In einer weiteren Variante des beschriebenen Verfahrens wird der Radarsensor 14 als Referenz für das Bildsensordaten 16 verwendet. Dabei wird der bereits kalibrierte Radarsensor 14 zur Entfernungsmessung verwendet. Durch den Radarsensor 14 wird die Entfernung des
15 Bezugmerkmals 18 vom Radarsensor 14 ermittelt. Die bekannte räumliche Anordnung der Bezugmerkmale 18, 20 und die ermittelte Entfernung des Bezugmerkmals 18 vom Radarsensor 14 wird vom Bildsensordaten 16 als Referenz zur Ermittlung der Kalibrierdaten durch Auswertung des Kalibrierobjektes 10 verwendet.

20 Die Ermittlung der Kalibrierdaten der Sensoren 14, 16 kann wie im bevorzugten Ausführungsbeispiel durch getrennte Auswerteeinheiten 30, 32 durchgeführt werden. Alternativ ist die Ermittlung der Kalibrierdaten durch eine einzige Auswerteeinheit möglich. In einer weiteren Variante ist die Integration der Auswerteeinheiten 30, 32 mit den Sensoren 14, 16 denkbar.

25 In einer Variante des beschriebenen Verfahrens kann das Kalibrierobjekt 10 mittels einer mechanischen Verbindung direkt mit dem Kraftfahrzeug 12 verbunden sein. Dadurch wird die räumliche Lage des Kalibrierobjektes 10 zum Kraftfahrzeug 12 festgelegt.

30 Durch Verwendung eines Triple-Spiegels mit Eichmarken kann in einer weiteren Variante des beschriebenen Verfahrens die Bestimmung der Kalibrierdaten des Radarsensors 14 und des Bildsensordaten 16 am Triple-Spiegel direkt vorgenommen werden, weil der Triple-Spiegel mit Eichmarken sowohl ein Bezugmerkmal 18 für den Radarsensor 14 aufweist, als auch ein Bezugmerkmal 20 für das Bildsensordaten 16 hat. Damit kann sowohl der Radarsensor 14 für das Bildsensordaten 16, als auch das Bildsensordaten 16 für den Radarsensor 14, als

Referenz zur Bestimmung der Kalibrierdaten verwendet werden. Daneben können zusätzliche Bezugmerkmale 20 für das Bildsensormsystem 16 vorhanden sein.

5 Durch die Anzahl der Bezugmerkmale 18, 20 für die einzelnen Sensoren 14, 16 wird die Anzahl der ermittelbaren Parameter der Kalibrierdaten festgelegt. Je mehr Bezugmerkmale 18, 20 für die einzelnen Sensoren 14, 16 vorhanden sind, desto mehr Parameter sind bestimmbar und/oder es ist eine Überbestimmung und damit eine Erhöhung der Genauigkeit zur Bestimmung der Parameter möglich.

10 Die Kalibrierung durch ein einziges Kalibrierobjekt 10, bei dem die räumliche Lage der Bezugmerkmale 18, 20 bekannt ist, ermöglicht die gemeinsame Nutzung der Sensoren 14, 16, da die Kalibrierdaten auf ein gemeinsames Koordinatensystem bezogen sind. Insbesondere beim Einsatz eines Radarsensors 14 und eines Bildsensormsystems 16 in einem Kraftfahrzeug 12, wie im bevorzugten Ausführungsbeispiel, können die Messdaten des Radarsensors 14 mit den Daten
15 des Bildsensormsystems 16 kombiniert werden. Insbesondere können vorausfahrende Fahrzeuge durch beide Sensoren 14, 16 detektiert werden und die Messdaten zur redundanten, fehlervermindernden Auswertungen verwendet werden.

28.06.02 Fr/Da

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Patentansprüche



1. Verfahren zur Kalibrierung von Sensoren, vorzugsweise in einem Kraftfahrzeug, dadurch gekennzeichnet, dass

15

- wenigstens zwei Sensoren kalibriert werden, wobei die wenigstens zwei Sensoren von unterschiedlichem Sensortyp sind,
- und die Kalibrierung der Sensoren mittels eines gemeinsamen Kalibrierobjektes durchgeführt wird.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Arbeitsschritt Kalibrierdaten bestimmt werden.

25



3. Verfahren nach Anspruch 2, durch folgende Schritte gekennzeichnet:

- Ausrichtung der wenigstens zwei Sensoren, derart, dass das Kalibrierobjekt jeweils im Erfassungsbereich der wenigstens zwei Sensoren liegt,
- Erfassung wenigstens eines Teils des Kalibrierobjektes durch die wenigstens zwei Sensoren,
- Ermittlung der Kalibrierdaten für die wenigstens zwei Sensoren aus den ermittelten Daten des erfassten Kalibrierobjektes,

30

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kalibrierdaten gespeichert und/oder ausgewertet und/oder angezeigt und/oder übertragen und/oder weiterverarbeitet werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermittlung der Kalibrierdaten wenigstens eines Sensors neben den ermittelten Daten des

erfassten Kalibrierobjektes durch den wenigstens einen Sensor Messdaten wenigstens eines anderen Sensors als Referenz verwendet werden, wobei dieser wenigstens eine Referenzsensor das erfasste Kalibrierobjekt verwendet.

- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Bildsensordsystem und wenigstens ein Radarsensor verwendet wird.
- 10 7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung aus wenigstens zwei Sensoren, wenigstens einer Auswerteeinheit und einem Kalibrierobjekt besteht.
- 15 8. Kalibrierobjekt zur Kalibrierung von Sensoren, vorzugsweise in einem Kraftfahrzeug, dadurch gekennzeichnet, dass das Kalibrierobjekt wenigstens ein Bezugsmerkmal aufweist, wobei das Kalibrierobjekt zur Kalibrierung von wenigstens zwei Sensoren verwendbar ist und die wenigstens zwei Sensoren von unterschiedlichem Sensortyp sind.
- 20 9. Kalibrierobjekt nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die räumliche Lage des wenigstens einen Bezugsmerkmals bekannt ist und/oder das Kalibrierobjekt Ermittlung von Kalibrierdaten der wenigstens zwei Sensoren in einem Arbeitsschritt verwendbar ist.
- 25 10. Kalibrierobjekt nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Bildsensordsystem und/oder wenigstens ein Radarsensor und/oder wenigstens zwei Bezugsmerkmale verwendet werden.
- 30 11. Kalibrierobjekt nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Bezugsmerkmal wenigstens ein Triple-Spiegel verwendet wird.
12. Kalibrierobjekt nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass Eichmarken am Triple-Spiegel angebracht sind.

28.06.02 Fr/Da

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zur Kalibrierung von Sensoren im Kraftfahrzeug

Zusammenfassung

15

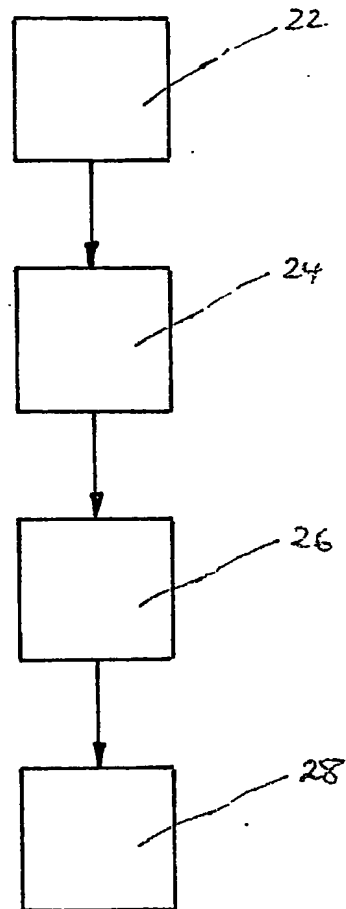
Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kalibrierung von wenigstens zwei Sensoren (14, 16) vorgeschlagen, wobei die Sensoren (14, 16) von unterschiedlichem Sensortyp sind. Vorzugsweise befinden sich diese Sensoren (14, 16) in oder an einem Kraftfahrzeug (12). Durch Verwendung eines Kalibrierobjektes (10), das Bezugsmerkmale (18, 20) zur Ermittlung von Kalibrierdaten für die wenigstens zwei Sensoren (14, 16) enthält, wird die Kalibrierung der wenigstens zwei Sensoren (14, 16) in einem Arbeitsschritt ermöglicht.

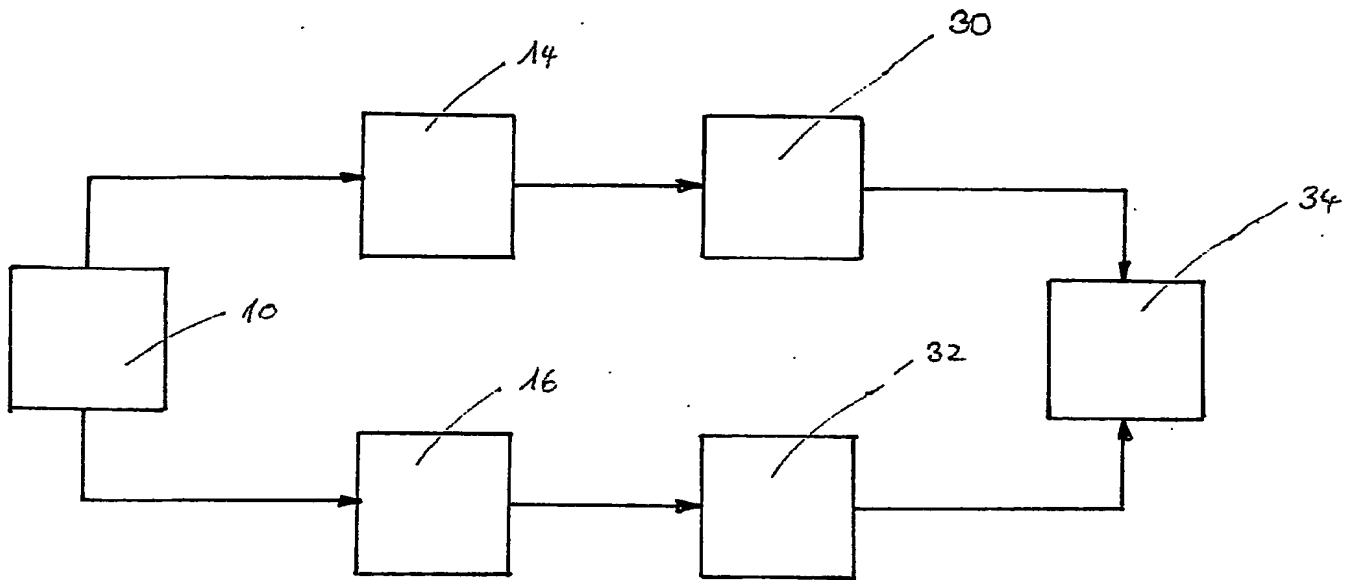
20

(Figur 1)

Figure 1:



Figur 2:

Figur 3:

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.